

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 920**

51 Int. Cl.:

B60H 1/00 (2006.01)

B60H 1/32 (2006.01)

H02P 9/14 (2006.01)

H02P 9/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2017** **E 17169209 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2023** **EP 3243676**

54 Título: **Sistema de refrigeración**

30 Prioridad:

13.05.2016 DE 102016005982

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:

21.09.2023

73 Titular/es:

**LIEBHERR-TRANSPORTATION SYSTEMS GMBH
& CO. KG (100.0%)
Liebherrstrasse 1
2100 Korneuburg, AT**

72 Inventor/es:

**TONCHEV, ANTON;
RADLER, DOMINIK y
KITANOSKI, FILIP**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 948 920 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de refrigeración

La presente invención hace referencia a un sistema de refrigeración para refrigerar una unidad de transporte, en particular de un semirremolque refrigerado, de un remolque refrigerado o de un contenedor de transporte refrigerado.

En un sistema de refrigeración convencional para una unidad de transporte, el circuito frigorífico y sus consumidores están dimensionados de manera que los mismos puedan cubrir todo el rango de funcionamiento. Por ejemplo, cuando las máquinas de accionamiento eléctricas en el circuito frigorífico (ventiladores, compresores, estranguladores u otras máquinas eléctricas) se conectan a la red de forma difícil, el sistema de suministro de energía del sistema de refrigeración debe poder proporcionar las corrientes de arranque requeridas para ello, así como la potencia requerida para ello. Habitualmente, sin embargo, la potencia frigorífica instalada del sistema de refrigeración, en ciertos puntos de funcionamiento, como por ejemplo en el caso de un pulldown, es decir, de un enfriamiento de un espacio que debe refrigerarse, con respecto a la temperatura ambiente, y el consumo de potencia eléctrica instalado asociado a ello, de los consumidores, son mucho mayores que la potencia que puede ser proporcionada por una fuente de energía primaria o por un generador.

En general, el estado del arte soluciona este problema proporcionando una fuente de energía primaria sobredimensionada, así como un generador sobredimensionado, o mediante estrategias de funcionamiento complejas que prevén una limitación del consumo de corriente máximo de los consumidores que dependen del suministro de energía (véase la solicitud EP 2643177B1). Además, es conocido el hecho de garantizar una robustez del funcionamiento de los sistemas mediante elementos de control en el propio circuito frigorífico.

En la solicitud DE 10 2008 004269 A1 se indica un sistema de refrigeración convencional que presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1.

En las realizaciones del estado del arte se considera desventajoso el hecho de que una fuente de energía primaria sobredimensionada o un generador sobredimensionado son más costosos en cuanto a los costes de adquisición, así como en cuanto al funcionamiento, y los rangos límite de un suministro de energía generado mediante la fuente de energía primaria y el generador sólo se utilizan en casos excepcionales. El hecho de proporcionar estrategias de funcionamiento complejas para limitar el consumo de corriente también requiere recursos adicionales, y además implica una gran inversión.

La presente invención supera los problemas antes mencionados proponiendo un sistema de refrigeración para refrigerar una unidad de transporte, con las características de la reivindicación 1.

Conforme a ello, el sistema de refrigeración para refrigerar una unidad de transporte, entre otros, comprende un generador síncrono para proporcionar un suministro de energía para el sistema de refrigeración, y al menos un módulo de circuito frigorífico conectado al suministro de energía, que presenta una unidad de accionamiento conmutable para un elemento del módulo de circuito frigorífico. El sistema de refrigeración está caracterizado porque el generador dispone de un control de excitación.

Naturalmente, el módulo de circuito frigorífico puede presentar una pluralidad de elementos del módulo de circuito frigorífico que respectivamente puedan accionarse por separado mediante una unidad de accionamiento conmutable asociada. El control de excitación para el generador que proporciona el suministro de energía para el sistema de refrigeración, al que está conectado el módulo de circuito frigorífico, permite una reducción de las corrientes de arranque al conectar un elemento del módulo de circuito frigorífico. Mediante la reducción de las corrientes de arranque al conectar adicionalmente cargas eléctricas, en particular al conectar adicionalmente un elemento de módulo de circuito frigorífico, es posible dimensionar más reducido el generador, en comparación con el estado del arte, ya que está marcadamente reducida la potencia, así como el consumo de corriente.

Según la invención, al menos una unidad de accionamiento para el elemento del módulo de circuito frigorífico es un motor eléctrico asíncrono. Mediante la realización de la unidad de accionamiento como una máquina eléctrica asíncrona, que actúa como carga inductiva, en combinación con el control de excitación del generador es posible reducir la potencia requerida de la unidad de accionamiento en el caso de una conexión adicional difícil, hasta que sea posible una conexión adicional difícil no controlada en la red eléctrica generada por el generador. El control de excitación, en cooperación con el motor eléctrico asíncrono de un elemento del módulo de circuito frigorífico, se encarga de que puedan dominarse las corrientes de arranque, así como los pares de arranque, causados por el motor eléctrico, para posibilitar un arranque no controlado del elemento de módulo de circuito frigorífico. Ya no son necesarios los componentes para un arranque suave de las unidades de accionamiento (por ejemplo convertidores de frecuencia), que son habituales en el estado del arte.

Además, la excitación del generador controlada procura una atenuación de oscilaciones eléctricas propias que se encuentran presentes en el sistema debido a distintas impedancias (cables, máquinas eléctricas, circuitos de oscilador, filtros, etc.). La excitación del generador puede controlar las oscilaciones de esa clase para que no puedan producirse sobretensiones en el sistema durante la conexión adicional difícil de un elemento de módulo de circuito frigorífico, por ejemplo de un compresor.

Según la invención, el control de excitación del generador tiene lugar mediante la corriente de excitación del generador, donde el nivel y el aumento de la corriente de excitación dependen del par de carga real de la unidad de accionamiento.

Al vincular la activación de la corriente de excitación y el par de carga real de la unidad de accionamiento del elemento de módulo de circuito frigorífico se posibilita un funcionamiento robusto del sistema de refrigeración.

De acuerdo con otro perfeccionamiento opcional de la invención, el sistema comprende una unidad de control que presenta un diagrama característico en el que están almacenados un nivel y un aumento de una corriente de excitación utilizada para el control de excitación, en función de un par de carga de la unidad de accionamiento, donde preferentemente la unidad de control interactúa con el control de excitación. Mediante el almacenamiento de parámetros de activación de la corriente de excitación en un diagrama característico, de manera sencilla, en función del par de carga de la unidad de accionamiento, es posible activar el generador con una corriente de excitación óptima para ello. Para esto puede ser necesario determinar el par de carga que predomina realmente en la unidad de accionamiento del elemento del módulo de circuito frigorífico.

Preferentemente, conforme a ello, el sistema comprende una unidad de detección para detectar un par de carga de la unidad de accionamiento, donde el control de excitación además está diseñado para fijar el nivel y el aumento de la corriente de excitación a los valores del diagrama característico asociados al par de carga detectado.

Además, el control de excitación puede estar diseñado para proporcionar una potencia y/o una potencia reactiva requerida en el caso de una conexión adicional difícil de la unidad de accionamiento, mediante un control correspondiente del generador.

Según la invención se prevé que el control de excitación del generador esté diseñado para reducir la potencia reactiva requerida del elemento de módulo de circuito frigorífico hasta que sea posible una conexión difícil del elemento de módulo de circuito frigorífico en la red eléctrica generada por el generador.

De acuerdo con una modificación opcional de la invención, el elemento del módulo de circuito frigorífico es un compresor, un ventilador de un evaporador o un ventilador de un condensador.

018] Según otra forma de ejecución ventajosa, el sistema de refrigeración comprende al menos dos, preferentemente tres, módulos de circuito frigorífico, que respectivamente están conectados al suministro de energía proporcionado por el generador.

Mediante la estructura modular del sistema de refrigeración con al menos dos módulos de circuito frigorífico resulta una reducción de los pares de carga que se presentan en el caso de una conexión adicional difícil de un elemento de módulo de circuito frigorífico a la red eléctrica. Esto sucede debido a que la potencia frigorífica total requerida puede dividirse en al menos dos módulos de circuito frigorífico, de los cuales al menos uno posee un compresor. De este modo es posible reducir los pares de carga que deben superarse en el caso de una conexión difícil de un elemento de módulo de circuito frigorífico (por ejemplo de un compresor). Como resultado, la potencia proporcionada por el generador es suficiente para conectar cualquier elemento de módulo de circuito frigorífico (por ejemplo un compresor) con un par de carga definido, en la red eléctrica, y para el arranque del mismo. Esta ventaja principalmente se deriva de la combinación sinérgica del control de excitación del generador y la estructura, a modo de un módulo, del sistema de refrigeración, con al menos dos módulos de circuito frigorífico. La conexión adicional difícil, en forma de etapas, de elementos de módulo de circuito frigorífico, así como el control de excitación del generador, con ello, conducen a un dimensionamiento óptimo del generador, puesto que éste ahora ya no debe estar dimensionado para las corrientes de arranque, habitualmente elevadas.

Según otro perfeccionamiento, el sistema de refrigeración comprende una fuente de energía primaria que acciona el generador, donde la fuente de energía primaria preferentemente es un motor de combustión interna, más preferentemente un motor diesel.

Según otra modificación de la invención, el sistema de refrigeración con al menos un módulo de circuito frigorífico, comprende dos o más compresores que respectivamente disponen de una unidad de accionamiento.

Según una modificación de la invención, el módulo de circuito frigorífico comprende un compresor, un evaporador, un estrangulador y un condensador, donde preferentemente el evaporador y/o el condensador están provistos de un ventilador.

5 Además, según la invención puede preverse que el elemento del módulo de circuito frigorífico presente un control de corrección del factor de potencia para posibilitar un consumo de corriente aproximadamente sinusoidal en el generador.

10 Ese control de corrección del factor de potencia, que también se denomina control PFC (del inglés "Power Factor Control", control del factor de potencia) se utiliza para aumentar el grado de rendimiento de toda la potencia de accionamiento. El consumo de la corriente en el generador, que es sinusoidal debido al control de corrección del factor de potencia, reduce su calor, aumentando el rendimiento de todo el sistema. Por esa razón también se dispone de más potencia de accionamiento, puesto que el generador tiene disponible una reserva marcadamente mayor. Además, es posible que los elementos del módulo de circuito frigorífico provistos del control de corrección del factor de potencia presenten un control de la velocidad de rotación.

15 Según otra modificación ventajosa de la invención, la potencia de la fuente primaria se encuentra por debajo de 18,9 kilovatios o en ese valor, preferentemente por debajo de 18,4 kilovatios o en ese valor.

20 Además, según la invención es posible optimizar el factor de rendimiento $\cos \phi$ en el generador. Mediante el control de la corriente de excitación, el factor de rendimiento $\cos \phi$ de todo el sistema puede controlarse de forma específica en los consumidores o elementos de módulo de circuito frigorífico realmente conectados, contribuyendo con ello a una optimización del rendimiento del sistema. El factor de rendimiento $\cos \phi$ describe la relación de la potencia activa con respecto a la potencia aparente en el caso de corrientes y tensiones sinusoidales.

Mediante el ejemplo de ejecución que se indica a continuación se aprecian otras características, particularidades y otros detalles de la invención.

25 Un sistema de refrigeración para refrigerar una unidad de transporte dispone en este caso de dos módulos de circuito frigorífico, cuyo suministro de energía es proporcionado por un generador del sistema de refrigeración. Cada uno de los dos módulos de circuito frigorífico comprende al menos un compresor, un estrangulador, un evaporador y un condensador. Además, el generador dispone de un control de excitación y de una unidad de accionamiento conmutable, por compresor, donde la unidad de accionamiento respectivamente es una máquina eléctrica asíncrona, que puede adoptar un estado conectado o un estado desconectado. Una conexión adicional "difícil" de un compresor en la red del generador genera una corriente de arranque, así como un par de arranque que debe poder ser
30 dominado por la red eléctrica del generador; de lo contrario no es posible un arranque del compresor no controlado. Al proporcionar el control de excitación del generador, así como la estructura base modular del sistema de refrigeración con al menos dos módulos de circuito frigorífico, es posible conectar de forma difícil un compresor en la red eléctrica generada mediante el generador. Mediante el control de excitación del generador, la potencia requerida del compresor conectado se reduce hasta que el compresor pueda conectarse de forma difícil en la red eléctrica y
35 pueda arrancar. En este caso, la modularidad del sistema de refrigeración tiene un efecto positivo, que implica una reducción del par de carga en el caso de una conexión adicional difícil del compresor en la red eléctrica, ya que la potencia frigorífica total se divide en al menos dos circuitos frigoríficos, o bien en al menos dos compresores. En conjunto, esto conduce a una reducción de los pares de carga que deben ser superados, por compresor. Como resultado, la potencia proporcionada por el generador es suficiente para poder conectar de forma difícil cada
40 compresor con el par de carga propio en la red eléctrica, y para el arranque del mismo.

45 Mediante la combinación de una modularización del sistema de refrigeración y de la excitación controlada del generador son posibles un arranque y un funcionamiento de todo el sistema de refrigeración, así como de varios compresores del sistema de refrigeración, de manera consecutiva. De este modo puede prescindirse de un control complejo, así como de un sobredimensionamiento del generador, o de una fuente primaria que accione el generador.

Por tanto, la invención permite un diseño estructural particularmente sencillo, que no requiere un control complejo o un sobredimensionamiento de un generador. En conjunto, con ello ha sido creado un sistema de refrigeración superior a los conocidos hasta el momento por el estado del arte.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de refrigeración para refrigerar una unidad de transporte, que comprende:

un generador síncrono para proporcionar un suministro de energía para el sistema de refrigeración, y al menos un módulo de circuito frigorífico conectado al suministro de energía, que presenta al menos una

unidad de accionamiento conmutable para un elemento del módulo de circuito frigorífico,

donde el generador síncrono dispone de un control de excitación, caracterizado porque el control de excitación está diseñado para proporcionar una potencia reactiva requerida en el caso de una conexión adicional difícil de la unidad de accionamiento, mediante un control correspondiente del generador síncrono,

donde el control de excitación del generador síncrono tiene lugar mediante la corriente de excitación del generador síncrono, y el nivel y el aumento de la corriente de excitación dependen del par de carga real de la unidad de accionamiento,

el control de excitación del generador síncrono está diseñado para reducir la potencia requerida del elemento del módulo de circuito frigorífico hasta que sea posible una conexión difícil del elemento del módulo de circuito frigorífico a la red eléctrica generada por el generador síncrono, y la unidad de accionamiento para el elemento del módulo de circuito frigorífico es un motor eléctrico asíncrono.

2. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una unidad de control que presenta un diagrama característico en el que están almacenados un nivel y un aumento de una corriente de excitación utilizada para el control de excitación, en función de un par de carga de la unidad de accionamiento, donde preferentemente la unidad de control interactúa con el control de excitación.

3. Sistema según la reivindicación 2, que comprende además una unidad de detección para detectar un par de carga de la unidad de accionamiento, donde el control de excitación además está diseñado para fijar el nivel y el aumento de la corriente de excitación a los valores del diagrama característico asociados al par de carga detectado.

4. Sistema según la reivindicación 2 ó 3, donde el diagrama característico se adapta en función de la obsolescencia de al menos un módulo de circuito frigorífico y/o del generador síncrono.

5. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, donde el elemento del módulo de circuito frigorífico es un compresor, un ventilador de un evaporador o un ventilador de un condensador.

6. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos dos, preferentemente tres, módulos de circuito frigorífico, que respectivamente están conectados al suministro de energía proporcionado por el generador síncrono.

7. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una fuente de energía primaria que acciona el generador síncrono, donde la fuente de energía primaria preferentemente es un motor de combustión interna, más preferentemente un motor diesel.

8. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, donde al menos un módulo de circuito frigorífico presenta dos o más compresores que respectivamente disponen de una unidad de accionamiento.

9. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, donde el módulo de circuito frigorífico comprende un compresor, un evaporador, un estrangulador y un condensador, donde preferentemente el evaporador y/o el condensador están provistos de un ventilador.

10. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, donde el elemento del módulo de circuito frigorífico presenta un control de corrección del factor de potencia para posibilitar un consumo de corriente aproximadamente sinusoidal en el generador síncrono.

11. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, donde la fuente primaria no supera una potencia de 18,9 kilovatios, preferentemente de 18,4 kW.